

# PEMBENTUKAN CITRA PANORAMA 360° DENGAN IMAGE MOSAICING

**Paul Alexander**

Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Informatika - Universitas Kristen Petra  
e-mail: paul\_a@usa.net

**ABSTRAK:** Metode khusus diperlukan untuk membentuk citra dengan sudut pandang yang lebar & distorsi yang kecil. Artikel ini akan menjelaskan sebuah metode untuk memproses sekelompok citra dengan sudut pandang normal (kecil) menjadi sebuah citra dengan sudut pandang 360°.

Citra-citra normal tersebut memiliki bagian tumpang-tindih & proses ini akan membentuk penyambungan yang halus antara setiap pasangan citra normal tersebut. Metode-metode lain yang sudah umum, bekerja berdasarkan transformasi geometri pada seluruh bagian citra-citra normal. Dalam metode-metode tersebut, ada citra acuan dan citra yang akan digabungkan. Citra yang akan digabungkan ditransformasi sehingga obyek-obyek dalam citra tampak dilihat dari sudut pandang yang sama dengan citra acuan. Metode-metode ini akan menghasilkan distorsi yang semakin besar untuk penggabungan sudut pandang yang makin besar sehingga tidak dapat diterapkan untuk pembentukan citra panorama 360°.

Metode yang akan dijelaskan dibawah ini berbeda dengan metode-metode lain dalam transformasi geometri-nya. Dengan menerapkan transformasi geometri hanya terhadap bagian tumpang-tindih dari citra-citra normal tersebut, penumpukan distorsi dapat dihindari sehingga memungkinkan untuk membentuk citra panorama 360°.

Kata kunci: citra, sudut pandang, 360°, mosaik, citra panorama

**ABSTRACT :** A special method is needed to obtain an image with wide perspective angle & minimal distortion. This article will describe a method to process several images with normal (small) perspective angle to form a single image with 360° perspective angle.

Those normal images have overlapping parts & this process will form a seamless concatenation between each pair of those normal images. Other methods, that are already common, work base on view transformation to all part of normal images. In those methods, there are reference image and will-be-combined image. The will-be-combined image is transformed so that the objects in this image look like have been captured from the same angle as the reference image. These methods will generate a greater distortion for a wider perspective-angle concatenation so they hardly can be applied to generate a 360° panoramic image.

The method that will be described below differs from other methods in its view transformation. By applying view transformation only to overlapping parts of those normal images, an accumulation of distortion can be avoided so that it is possible to generate a 360° panoramic image.

Keywords: image, perspective, 360°, image mosaicing, panoramic image

## 1. PENDAHULUAN

Panorama adalah pandangan/pemandangan dengan sudut pandang yang lebar. Citra panorama telah digunakan untuk banyak keperluan, baik untuk penampilan artistik maupun untuk penelitian. Dalam dunia artistik, citra panorama dapat menampilkan pemandangan yang berada di luar batas pandang mata normal. Dalam dunia penelitian, salah satu penggunaannya adalah untuk navigasi robot seperti yang telah dilakukan oleh [1].

Citra Panorama selama ini telah sering kali dibentuk dari kamera tunggal. Selain itu, pembentukan panorama juga telah dilakukan dengan menggunakan data dari rekaman video [2]. Namun demikian kedua cara ini belum dapat menghasilkan panorama penuh (360°). Telah banyak cara yang digunakan untuk menciptakan citra panorama: dengan kamera khusus (mekanis), lensa khusus (optis), cermin bantuan dan teknik penggabungan citra. Berikut ini akan dijelaskan secara singkat cara-cara tersebut.

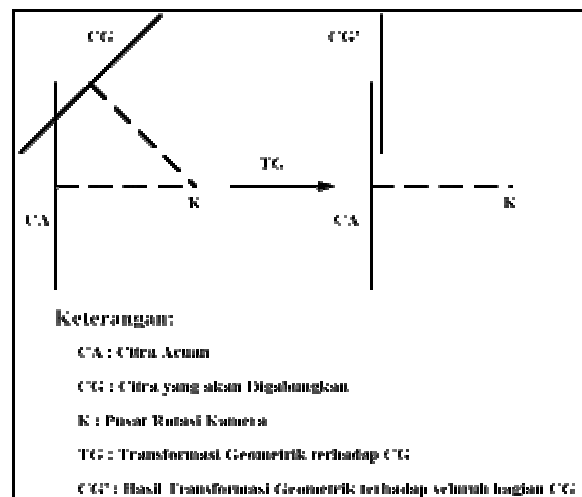
Cara pertama dilakukan dengan kamera yang dapat berputar terhadap sumbu vertikal dan negatif film yang berukuran lebih lebar dari biasanya (dengan ukuran tinggi sama). Dengan cara ini, "pencahayaan" negatif film dilakukan sedikit demi sedikit (dari kiri-kanan atau kanan-kiri) agar seiring dengan perputaran kamera pada sumbu vertikal. Untuk menjaga agar jarak lensa terhadap film tetap sama, film diletakkan pada lempengan lengkung dengan radius yang berpusat pada poros perputaran kamera. Kamera yang menggunakan teknik ini dirancang oleh Friedrich von Martens pada tahun 1844 dan berhasil menangkap citra dengan sudut pandang  $150^\circ$  [3]. Cara ini memberikan citra yang tidak terdistorsi namun pengaturan pencahayaan film sulit dilakukan.

Cara kedua dilakukan secara optis dengan menggunakan lensa khusus. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan menggunakan lensa yang memiliki bentuk hampir setengah bola sehingga dapat menangkap cahaya dari berbagai arah dengan cakupan sudut yang lebar. Lensa seperti ini disebut juga sebagai lensa mata ikan. Namun demikian, citra yang diperoleh akan tampak tidak alamiah karena sifat transformasi non-linear yang ditimbulkan oleh lensa tersebut.

Cara ketiga yang sudah pernah dilakukan adalah dengan menggunakan kamera biasa namun menggunakan cermin khusus untuk menangkap citra dari sekitarnya. Cermin ini dapat berbentuk bola ataupun kerucut. Dengan cara ini kamera dihadapkan mengarah vertikal ke atas tepat berada di bawah bola atau kerucut. Kerucut diletakkan terbalik sehingga bagian yang tajam menuju ke kamera. Citra yang diperoleh mengalami distorsi geometrik.

Cara keempat/terakhir yang sudah pernah dilakukan adalah dengan penggabungan beberapa citra yang direkam secara terpisah. Cara ini dikenal sebagai teknik pembentukan mosaik (*mosaicing*). Dengan cara ini tidak diperlukan kamera maupun lensa khusus. Teknik ini sudah lama dikenal dalam bidang pemetaan, yaitu dalam pembentukan mosaik foto-foto udara suatu wilayah tertentu. Untuk mengurangi distorsi, foto yang dibentuk diusahakan memiliki

sudut pandang yang kecil. Dengan teknik seperti ini mosaik yang dihasilkan dapat mencakup wilayah yang sangat luas yang sulit diperoleh dengan sebuah kamera tunggal. Teknik seperti ini yang diterapkan pada citra digital sudah diperkenalkan oleh [4]. Namun demikian cara ini tidak dapat digunakan untuk membentuk citra panorama penuh (sudut pandang  $360^\circ$ ). Pembentukan panorama dengan prinsip mosaik ini telah diimplementasikan pada [5], namun hasil yang diperoleh belum dapat digunakan untuk membentuk citra panorama  $360^\circ$ . Hal ini disebabkan karena teknik yang digunakan pada [5] didasarkan pada transformasi geometri perspektif yang dilakukan terhadap seluruh wilayah citra dari citra-citra tunggal yang akan dibentuk menjadi citra panorama (lihat gambar 1).



**Gambar 1. Transformasi Geometrik Terhadap Seluruh Bagian Citra yang akan Digabungkan**

## 2. PEMBENTUKAN CITRA PANORAMA $360^\circ$

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diperolehnya cara untuk membentuk panorama  $360^\circ$  dengan menggabungkan sejumlah citra tunggal yang diperoleh dengan menggunakan kamera biasa. Berbeda dengan cara yang dilakukan oleh perangkat lunak QuickTime VR dimana digunakan alat khusus untuk memutar kamera dengan sudut yang tepat, cara yang kami gunakan di sini tidak memerlukan alat khusus dan posisi sudut pengambilan setiap

citra tidak perlu diketahui. Lebih dari itu, posisi horisontal citra satu dengan yang lainnya pada saat pengambilan citra dengan kamera dimungkinkan untuk berbeda tanpa mengorbankan kualitas gambar terlalu banyak.

Dalam percobaan yang telah dilakukan, setiap gambar panorama dibentuk dari 15-25 gambar tunggal yang memiliki wilayah tumpang-tindih sekitar 20-30%. Wilayah tumpang tindih yang semakin besar akan memberikan gambar panorama yang lebih baik namun memerlukan jumlah gambar tunggal yang lebih banyak.

Kelemahan yang kami temukan pada metoda yang sudah diterapkan pada [5] adalah di dalam transformasi geometrik yang dilakukan terhadap seluruh wilayah citra untuk menyamakan sudut dan posisi perspektif dua buah citra. Jika hal ini dilakukan untuk jumlah citra yang besar maka citra yang terakhir akan mengalami distorsi yang sangat besar bahkan mungkin mencapai keadaan degenerasi.

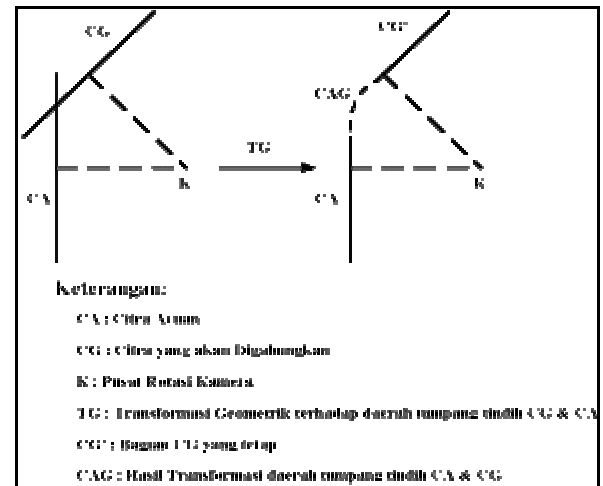
Untuk mengatasi kelemahan ini, transformasi geometrik dilakukan hanya terhadap wilayah gambar yang tumpang tindih saja. Dengan konsep ini, sebuah citra tunggal  $I_k$  di dalam rangkaian citra  $I_1, \dots, I_{k-1}, I_k, I_{k+1}, \dots, I_n$  akan memiliki tiga bagian: kiri (<), tengah (-), dan kanan (>).

1.  $I_{k,<}$  bagian kiri yang tumpang tindih dengan bagian kanan  $I_{k-1,>}$
2.  $I_{k,-}$  bagian tengah yang tidak tumpang tindih dengan citra lain
3.  $I_{k,>}$  bagian kanan yang tumpang tindih dengan bagian kiri  $I_{k+1,<}$

Transformasi geometrik dilakukan hanya untuk kasus (1) dan (3) di atas. Dengan demikian dari  $n$  citra tunggal yang akan dibentuk menjadi citra panorama, akan terdapat  $n$  pasang wilayah tumpang tindih yang dibentuk dari pasangan  $[I_{1,>}, I_{2,<}], [I_{2,>}, I_{3,<}], [I_{3,>}, I_{4,<}], \dots, [I_{n,>}, I_{1,<}]$ .

Untuk setiap pasangan  $[I_{k,>}, I_{k+1,<}]$  ditentukan dua fungsi pemetaan  $f_k(x, y)$  dan  $g_k(x, y)$ . Fungsi  $f_k(x, y)$  memetakan

piksel-piksel dari  $I_{k,>}$  ke  $I_{k+1,<}$ , sedangkan fungsi  $g_k(x, y)$  memetakan piksel-piksel dari  $I_{k+1,<}$  ke  $I_{k,>}$ . Dalam implementasi, pemetaan dilakukan secara bertahap untuk membentuk kolom-kolom piksel pada daerah tumpang tindih menjadi daerah transisi perspektif antara  $I_k$  dan  $I_{k+1}$  (lihat gambar 2).



**Gambar 2. Penerapan Transformasi Geometrik Secara Bertahap pada Daerah Tumpang Tindih Kedua Citra yang Digabungkan**

Fungsi  $f_k(x, y)$  dan  $g_k(x, y)$  adalah fungsi bernilai vektor 2D yang memiliki bentuk:

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} p1 & p2 & p3 & p4 & p5 & 0 \\ p6 & p7 & p8 & 0 & p4 & p5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \\ x^2 \\ xy \\ y^2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Fungsi (1) diatas, diturunkan dari konsep *moving planar surface* seperti yang disebutkan pada [2]. Nilai ke delapan parameter ( $p1, p2, \dots, p8$ ) pada fungsi tersebut ditentukan berdasarkan korespondensi empat pasang titik yang ditemukan pada wilayah tumpang tindih.

Untuk mendapatkan sambungan yang halus (*seamless concatenation*) dari  $I_k$  ke  $I_{k+1}$  dilakukan pencampuran (*blending*) dengan pembobotan dari hasil pemetaan  $f_k(x, y)$  dan  $g_k(x, y)$ .

Gambar 3 menunjukkan 24 citra masukan yang akan dibentuk menjadi panorama 360° pada gambar 4.

### 3. CONTOH



**Gambar 3. Citra Tunggal yang akan Dibentuk Menjadi Panorama**



**Gambar 4. Hasil Pembentukan Panorama 360**

Gambar 5 adalah contoh hasil pembentukan yang lain.



**Gambar 5. Contoh lain Hasil Pembentukan Panorama 360**

Semua citra tunggal untuk pembentukan panorama diambil dengan sebuah kamera video (*handheld camera*). Implementasi metode diatas ditulis dengan Borland Delphi 1.

### 4. ALGORITMA UTAMA

1. input jumlah citra normal
2. input citra-citra normal
3. input batas daerah tumpang-tindih
4. input 4 pasang titik yang berkorespondensi untuk setiap pasang citra normal
5. cari parameter transformasi untuk setiap kolom *pixel* pada setiap pasang citra normal (untuk implementasi artikel ini digunakan Eliminasi *Gauss-Jordan* dengan *pivoting* terhadap persamaan (1) diatas)
6. transformasi daerah tumpang-tindih setiap pasang citra normal (gunakan parameter yang didapat pada langkah 5 untuk fungsi (1) untuk melakukan transformasi)
7. penggabungan hasil transformasi dengan pencampuran berbobot (untuk implementasi artikel ini digunakan pembobotan linear)

### 5. KESIMPULAN

Prinsip dasar yang membedakan pendekatan *image mosaicing* yang diterapkan pada artikel ini dengan penerapan *image mosaicing* lainnya adalah,

1. Transformasi geometrik hanya dilakukan pada daerah tumpang tindih antara setiap pasang citra normal yang digabungkan.
2. Penyambungan hasil transformasi dilakukan dengan pencampuran (*image blending*) dengan pembobotan untuk menghindari terjadinya efek patahan pada citra hasil.

Kelebihan metode ini adalah dapat membentuk citra panorama 360° dengan perubahan sudut pandang bebas antar citra normal sehingga tidak diperlukan peralatan khusus untuk mengambil citra-citra normal untuk pembentukan panorama.

Kekurangan metode ini adalah belum dapat mengakomodasi pergerakan atau guncangan vertikal yang besar terhadap kamera dengan baik.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Ir. Hansye S. Dulimarta, M.Sc. Ph.D., Jurusan Teknik Informatika, ITB yang telah memberikan dukungan & bantuan selama pembuatan tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Zhang, Z., Weiss, R., and Riseman, Edward M., *Feature Matching in 360 Waveforms for Robot Navigation*, IEEE Proceeding 1991 Computer Vision and Pattern Recognition.
2. Peleg, Shmuel and Herman, Joshua, *Panoramic Mosaics by Manifold Projection*, Institute of Computer Science The Hebrew University and David Sarnoff Research Center, 1997.
3. T. L. Editors, *Life Library of Photography: The Camera*, 1970.
4. D. Milgram, *Computer Methods for Creating Photomosaics*, IEEE Transactions on Computer, 11 1975, vol. C-24.
5. J. Parulian, *Pembentukan Panorama dengan Image Mosaicing*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Informatika, ITB, 1996.